

XÂY DỰNG CÔNG THỨC KINH NGHIỆM TÍNH TOÁN HIỆU QUẢ BỒI LẮNG CỦA HỆ THỐNG ĐẢO CHIỀU HOÀN LƯU TRÊN SÔNG DINH TẠI PHAN RANG

TS. Nguyễn Đăng Giáp

Phòng Thí nghiệm trọng điểm quốc gia về Động lực học sông biển

GS.TS Lương Phương Hậu

Trường Đại học Xây dựng

Tóm tắt: Trong nghiên cứu, xây dựng các công trình chỉnh trị sông ở Việt Nam, rất nhiều công trình sau khi xây dựng không tạo được hiệu quả chỉnh trị, nguy hiểm hơn là dẫn đến những tổn thất về tài sản, thậm chí cả tính mạng con người và môi trường sinh thái. Mặc dù các công trình chỉnh trị sông ở nước ta được xây dựng từ rất sớm, nhưng hầu hết không đánh giá được hiệu quả sau đó. Do vậy, việc phân tích nguyên nhân, rút kinh nghiệm từ các công trình thành công hay thất bại phục vụ cho xây dựng các công trình tiếp theo là không thực hiện được. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng được công thức kinh nghiệm xác định hiệu quả gây bồi phía sau công trình chỉnh trị sông.

Summary: In fact the river training works, after the works has built then: Light is not created to be effect of the river training, leading to severe damage to property and even human lives and the environment ecological. Although the river training works was built very early, but most the river training works after construction will not assess the effectiveness of the works. Thus the analysis of causes and learn from the success or failure process for the construction of subsequent work is not done. The research results have built experience formula to calculate effective alluvia in the back of the river training works.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong xu thế hiện nay, khai thác có hiệu quả, hợp lý nguồn tài nguyên trên các dòng sông đang là nhu cầu cần thiết đối với các ngành kinh tế xã hội. Trong đó, chúng ta đã và đang xây dựng hàng loạt các loại công trình chỉnh trị trên phần lớn các dòng sông, đặc biệt là những đoạn sông qua thành phố. Các công trình chỉnh trị ở từng mức độ nhất định được xây dựng với nhiều mục tiêu khác nhau như: thoát lũ, chống sạt lở bờ, ổn định luồng lạch cho giao thông thủy, chống bồi lấp cửa lấy nước, tạo cảnh quan cho khu vực thành phố v.v. Những công trình đó, thông qua việc điều chỉnh lòng dẫn (gây xói, bồi), dòng chảy (tăng, giảm mực nước, lưu tốc) mang lại hiệu quả kinh tế - kỹ thuật và giải quyết được nhiệm vụ đặt ra [1],[3],[6].

Trong các công trình chỉnh trị sông đã xây dựng ở Việt Nam, nhiều công trình mang lại hiệu quả tích cực như: Công trình chống bồi lấp cảng Hà Nội (1986-1990); hệ thống mỏ hàn Đông Trù trên sông Đuống (1990); công trình cắt sông Quán Xá trên sông Chu (1994-1995). Đặc biệt là công trình thử nghiệm bảo vệ bờ sông Dinh qua thành phố Phan Rang (1994-1997), đưa bùn cát vào lấp lạch sâu ép sát chân đê

và bồi cao thành bãi, đảm bảo ổn định cho tuyến đê qua thành phố [1], [3]. Nhưng trong thực tế, một số công trình sau khi xây dựng không tạo được hiệu quả chỉnh trị, một số công trình gây ra những tổn thất về tài sản, con người và môi trường.

Trong nghiên cứu chỉnh trị sông, thành công hay thất bại đều có rất nhiều lý do khách quan, chủ quan, trực tiếp hay gián tiếp, may mắn hay rủi ro v.v. Nhưng có một lý do có thể khẳng định là hiện nay chưa có những phương pháp nghiên cứu hay quy trình, quy phạm đủ tin cậy để dự báo được định lượng chính xác, đảm bảo cho những tác động có lợi của công trình chỉnh trị vào lòng sông. Do đó, trong thực tiễn nghiên cứu chỉnh trị sông ở Việt Nam, việc xây dựng công trình chỉnh trị chủ yếu hiện nay vẫn dựa theo kinh nghiệm từ nước khác, địa phương khác, theo yêu cầu cấp bách, theo phương pháp "thử phản ứng" và có tính thăm dò [3].

Do nhu cầu phát triển bền vững về kinh tế xã hội, cũng như nhu cầu khai thác tổng hợp các dòng sông ở Việt Nam thì việc xây dựng công trình chỉnh trị sông còn phải tiếp tục trong thời gian tới. Như vậy, nhu cầu có được những công thức tính toán hiệu quả bồi lắng phía sau công trình chỉnh trị là cần thiết, giúp cho công tác thiết kế và xây dựng công trình chỉnh trị đảm bảo ổn định và hiệu quả.

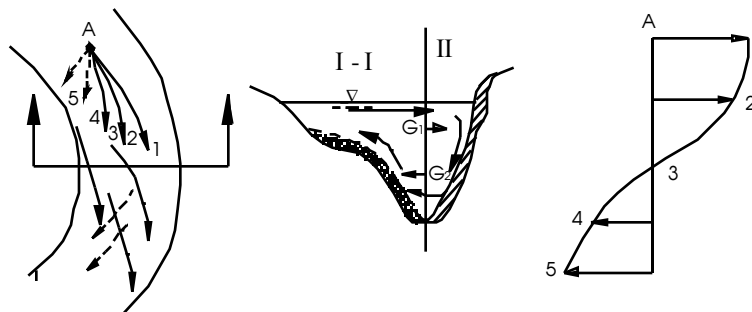
II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU CÔNG TRÌNH ĐẢO CHIỀU HOÀN LƯU (ĐCHL)

2.1. Kết cấu dòng chảy ở khúc sông cong

Theo [6], đặc điểm nổi bật chính của dòng chảy tại khúc sông cong là tồn tại độ dốc ngang mặt nước. Mực nước cao xuất hiện phía bờ lõm, mực nước thấp xuất hiện phía bờ lồi. Kết quả nghiên cứu về đường đẳng trị mực nước ở một khúc cong của Rôzôpski và Phitman A.I. chỉ rõ rằng:

- Dọc theo bờ lõm, đường mặt nước có dạng đường cong lồi, mực nước cao nhất ở đỉnh cong. Dọc theo bờ lồi, đường mặt nước có dạng đường cong lõm, mực nước thấp nhất ở vị trí gần đỉnh cong.
- Độ dốc ngang lớn nhất xuất hiện ở vùng gần đỉnh cong giảm dần về 2 phía. Độ dốc ngang tăng lên khi mực nước tăng lên.

Tương ứng với độ dốc ngang mặt nước, tồn tại dòng chảy theo phương ngang dưới dạng hoàn lưu. Hoàn lưu ở đoạn sông cong có cường độ mạnh và thường là đơn nhất, phương chuyển động ổn định, kết hợp với dòng chảy dọc tạo thành dòng xoắn như hình 1 thể hiện.



Hình 1. Hướng chuyển động của dòng chảy tại khúc sông cong

Dòng hoàn lưu được thể hiện qua giá trị u_y/u_x bắt đầu xuất hiện với cường độ yếu trước khi vào khúc cong. Sau đó, cường độ dòng hoàn lưu được tăng lên và đạt giá trị cực đại tại lân cận đỉnh cong, sau đó lại bắt đầu giảm nhỏ. Ra khỏi khúc cong hoàn lưu còn tiếp tục duy trì được một đoạn nữa và có tác dụng làm giảm yếu hoàn lưu ngược chiều ở khúc cong dưới.

Dựa vào kết cấu hoàn lưu ở khúc sông cong trong sông thiên nhiên, các nhà nghiên cứu đã sáng tạo ra những kết cấu hoàn lưu nhân tạo để phục vụ cho các yêu cầu chỉnh trị sông. Sau đây là một ý tưởng đã được hiện thực hóa thành công trong thực tế ở Việt Nam.

2.2. Nguyên lý làm việc của công trình tạo hoàn lưu

Theo lý thuyết, hoàn lưu ở khúc sông cong làm cho dòng chảy mặt có hướng từ bờ lồi xô vào bờ lõm, ngược lại dòng chảy đáy lại từ bờ lõm chuyển sang bờ lồi. Bờ lõm bị sạt lở vì dòng chảy mặt có vận tốc cao, xung kích lớn, có thể phá hoại kết cấu đất bờ làm cho đất bờ sạt xuống. Số đất bờ sạt xuống đáy được dòng chảy đáy mang sang bờ lồi, vì vậy gây ra bồi lắng ở bờ lồi [6].

Công trình có kết cấu đảo chiều hoàn lưu (ĐCHL) dùng cho mục đích chống sạt lở, bảo vệ bờ dựa trên nguyên tắc làm việc là tác động vào dòng chảy theo chiều ngược lại, nghĩa là: đón dòng nước mặt có động năng lớn, đẩy ra xa bờ lõm, hướng nó chuyển sang phía bờ đối diện, với mục đích loại trừ nguyên nhân trực tiếp gây sạt lở; ngược lại, dòng chảy đáy mang nhiều bùn cát, theo quy luật hoàn lưu, sẽ tự động đi vào phía bờ lõm, để chân bờ không những không bị sạt lở mà còn được bồi lắng thêm bùn cát. Như vậy, hoàn lưu đã được đảo chiều, [1],[2],[3],[5].

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Trong phạm vi bài báo này, để phân tích hiệu quả gây bồi phía sau công trình chỉnh trị tác giả sử dụng các phương pháp sau:

- *Nghiên cứu qua ảnh chụp*: Thông qua ảnh chụp ở các thời kỳ khác nhau có thể so sánh hiệu quả gây bồi. Ảnh chụp thể hiện khá rõ vị trí của khối bồi so với khe hở của tấm hướng dòng.

- *Nghiên cứu chỉnh lý phân tích số liệu thực đo*: Chỉnh lý, phân tích số liệu thực đo được ứng dụng trong phân tích hiệu quả gây bồi của công trình ĐCHL.

III. PHÂN TÍCH, NGHIÊN CỨU HIỆU QUẢ BỒI LẮNG CỦA CÔNG TRÌNH ĐCHL TRÊN SÔNG DINH VÀ XÂY DỰNG CÔNG THỨC KINH NGHIỆM TÍNH TOÁN HIỆU QUẢ BỒI LẮNG

3.1. Điều kiện tự nhiên đoạn sông

Sông Cái Phan Rang đoạn chảy qua thị xã Phan Rang – Tháp Chàm được gọi là sông Dinh. Lũ trên sông Dinh thường xuất hiện từ tháng IX ÷ XII hàng năm, hai tháng thường xuất hiện lũ nhiều là tháng X và XI (chiếm 67% số trận lũ trong năm). Lũ sông Dinh lên xuống đột ngột, nhanh, có lưu tốc lớn ($>3\text{m/s}$). Các đặc trưng lũ tại trạm Tân Mỹ như trong bảng 1 thể hiện, [3],[4].

Bảng 1. Lưu lượng lũ ứng với các tần suất tại trạm Tân Mỹ

Các thông số thông kê			Lưu lượng thiết kê (m ³ /s)					
Q(m ³ /s)	C _v	C _s	1%	2%	3%	5%	10%	20%
2528	0,57	1,00	6869	6169	5749	5206	4434	3600

Mực nước thực đo tại cầu Đạo Long trong lũ 1986 là 5,08m, trong lũ 1992 là 4,57m. Bùn cát chủ yếu tập trung vào mùa lũ, chủ yếu là bùn cát đáy. Sau mùa lũ, lòng sông cạn, bề mặt lòng sông được phủ một lớp bùn cát chủ yếu là cát hạt trung đến thô, màu xám đen, đôi chỗ lẫn sỏi sạn xám đen, đường kính trung bình dao động trong phạm vi khá lớn $D_{50} = (0,36 \div 0,944)$ mm.

Đoạn sông bố trí công trình thử nghiệm chống sạt lở, bảo vệ bờ là đoạn từ cầu Đạo Long đến đình làng Tấn Lộc ở hạ lưu, dài khoảng 2km. Đây là một đoạn sông cong, có bán kính cong $R = 970$ m; chiều rộng trung bình $B = 186$ m, tỷ số bán kính cong trên chiều rộng sông là $\frac{R}{B} = 5,2$. Bờ trái khúc cong này là bờ lồi, bị sạt lở áp sát chân đê phường Tấn Tài, là một điểm dân cư đông đúc của thành phố Phan Rang.

3.2. Các thông số chính của công trình đã xây dựng

Công trình ĐCHL được xây dựng thử nghiệm trên sông Dinh tại khu vực Phan Rang - Tháp Chàm, từ 1993 (H₂, H₃) và 1997(H₄ và H₅), đến nay đã khai thác được 14-18 năm ổn định, an toàn, diễn biến khu vực công trình đã đạt đến mức độ ổn định. Các thông tin chủ yếu về công trình này chỉ rõ trong bảng 2, [4].

Bảng 2. Các thông tin chủ yếu về công trình

TT	Yêu tố	Đơn vị	Thông tin
1	Vị trí	Sông, khu vực	Sông Dinh, Phan Rang
2	Bán kính cong R	m	930
3	Chiều rộng sông B	m	186
4	Chiều rộng bãi trước đê	m	2,0
5	Lưu lượng lũ 5%	m ³ /s	5.206
6	Đặc điểm bùn cát		Nhiều bùn cát đáy
7	Mực nước đỉnh lũ 5%	m	+5,0
8	Cao trình đỉnh công trình	m	+3,6
9	Vị trí bố trí công trình		Đình cong
10	Thời gian xây dựng	năm	1993(H ₂ ,H ₃); 1997(H ₄ ,H ₅)

3.3. Hiệu quả gây bồi của công trình ĐCHL lưu sông Dinh

Qua theo dõi bằng điều tra, khảo sát thực địa (qua ảnh chụp các thời kỳ) và số liệu khảo sát bình đồ năm 2008, cho thấy khối bồi lắng phía sau các công trình đào chiều hoàn lưu sông Dinh đạt ổn định từ năm 2000-2002, tức khoảng 4÷6 năm sau khi xây dựng. Từ số liệu thực đo về kích thước, thể tích khối bồi do công trình tạo ra chúng ta có cơ sở để tính toán hiệu quả gây bồi cao nhất mà công trình ĐCHL có thể đạt được, trong những điều kiện tương tự.

3.3.1. Các tham số thiết kế và bố trí công trình

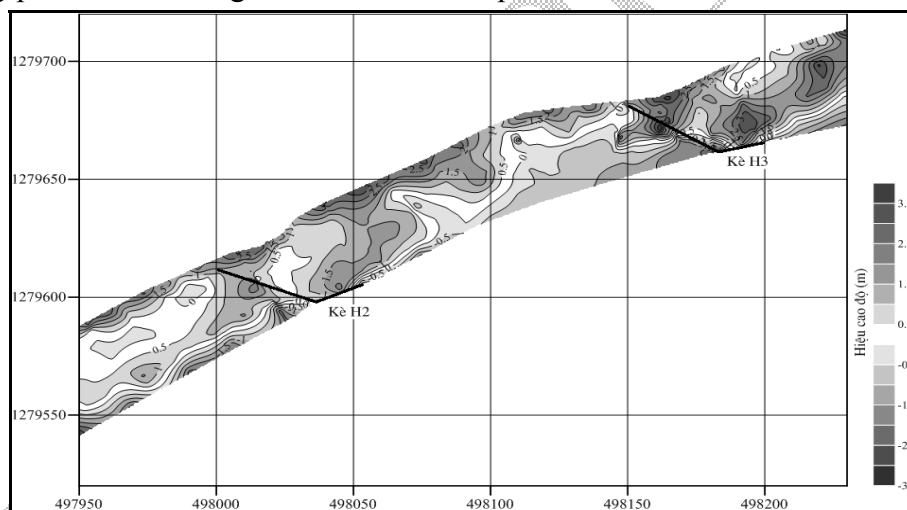
Bảng 3. Các tham số công trình đảo chiều hoàn lưu sông Dinh

Tên Công trình	Chiều dài thân (m)	Chiều dài cánh (m)	Góc mở φ (độ)	CT đỉnh bản chắn (m)	CT đáy bản chắn (m)	CT đỉnh lăng thể chân cọc (m)	Chiều cao khe hở (m)
H ₂	38	18	135	+ 3,6	+ 1,0	0,0	1,0
H ₃	36	18	135	+ 3,6	+ 1,5	+0,5	1,0
H ₄	29	22	123	+ 3,6	+1,0	0,0	1,0
H ₅	27	28	126	+ 3,6	+1,0	0,0	1,0

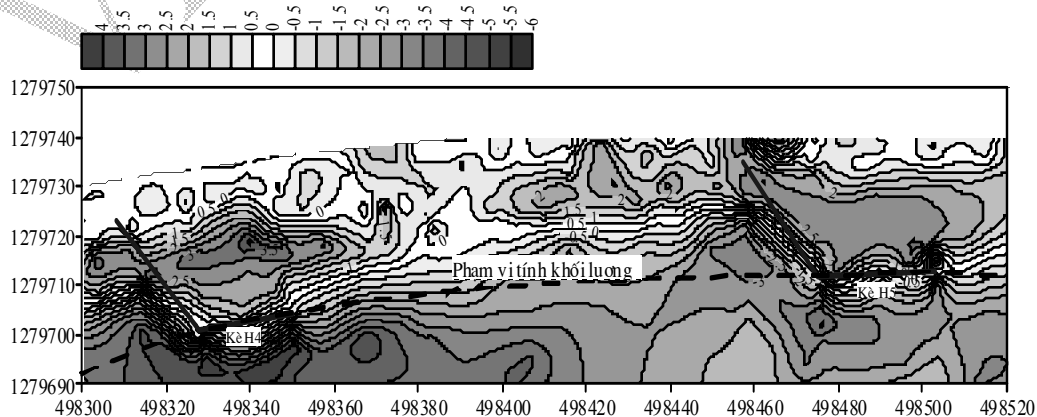
3.3.2. Khối lượng bồi lắng do công trình tạo ra

- Nghiên cứu qua kết quả chấp bình đồ, [1]:

Dựa trên cơ sở bình đồ đo trước khi xây dựng công trình (1993, 1995) và bình đồ đo năm 2008 của đề tài KC.08.14/06-10. Tác giả tiến hành chấp bình đồ của 2 giai đoạn trên bằng công cụ phần mềm MIKE 21FM, với mục đích xác định thể tích khối bồi lắng phía sau các công trình ĐCHL. Kết quả được thể hiện trên hình 2 và 3.



Hình 2. Biến đổi địa hình lòng dẫn khu vực H₂ và H₃



Hình 3. Biến đổi địa hình lòng dẫn khu vực H₄ và H₅

Từ kết quả chụp bình đồ, tác giả đã tính toán thể tích khối bồi lắng cho từng công trình, cụ thể được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Khối lượng bồi sau công trình đảo chiều hoàn lưu

TT	Tên công trình	Thể tích bồi (m ³)	Năm tích lũy
1	H ₂	2546,76	1993-2008
2	H ₃	3146,34	1993-2008
3	H ₄	1861,56	1997-2008
4	H ₅	2453,20	1997-2008

- Nghiên cứu qua kết quả chụp mặt cắt ngang [1]

Mục đích của việc chụp các mặt cắt ngang để xác định được chiều dày bồi lắng lớn nhất, cũng như chiều dày bồi lắng trung bình đối với từng mặt cắt. Qua đó xác định được cao trình đỉnh của khối bồi lắng đồng thời biết được khối bồi lắng đã đạt đến ổn định lâu dài hay chưa?

Từ số liệu quan trắc địa hình 1993, 1995 và 2008, ta có thể vẽ chụp 12 mặt cắt ngang để nghiên cứu các khối bồi khu vực các công trình và xác định được chiều dày bồi lắng tại các mặt cắt, thể hiện trong bảng 5.

Bảng 5. Chiều dày bồi lắng sau các công trình đảo chiều hoàn lưu

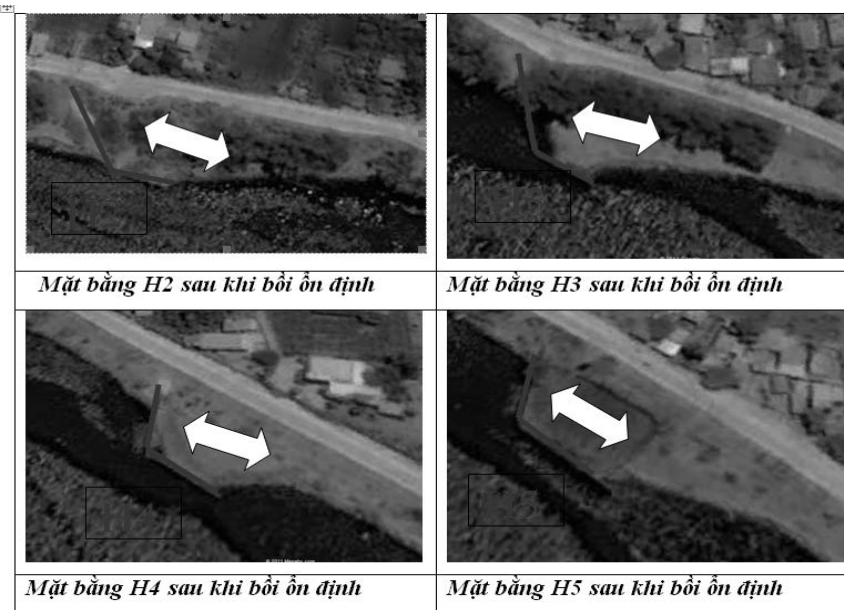
Tên mặt cắt – Công trình	Chiều dày bồi trung bình T _{tb} (m)	Chiều dày bồi lớn nhất T _{max} (m)	Cao trình đỉnh khối bồi Z _d (m)
1 – H ₅	2,60	2,85	+ 1.85
2 – H ₅	3,24	3,65	+2.06
3 – H ₅	4,12	4,82	+ 2.12
4 – H ₄	2,31	3,87	+ 2.01
5 – H ₄	2,85	3,20	+ 2.04
6 – H ₄	3,49	3,42	+ 2.22
7 – H ₃	3,68	4,32	+ 2.40
8 – H ₃	3,75	4,63	+ 2.53
9 – H ₃	3,27	4,29	+ 1.78
10 – H ₂	3,13	3,45	+ 2.02
11 – H ₂	3,30	3,58	+ 2.20
12 – H ₂	3,60	4,17	+ 2.18

Qua kết quả chụp mặt cắt ngang trong bảng trên, chúng ta có được 2 thông tin quan trọng cho nghiên cứu:

- + Cao trình đỉnh của khối bồi lắng đã phát triển ổn định;
- + Độ dày của khối bồi lắng

- Nghiên cứu qua ảnh viễn thám (Google), [1]:

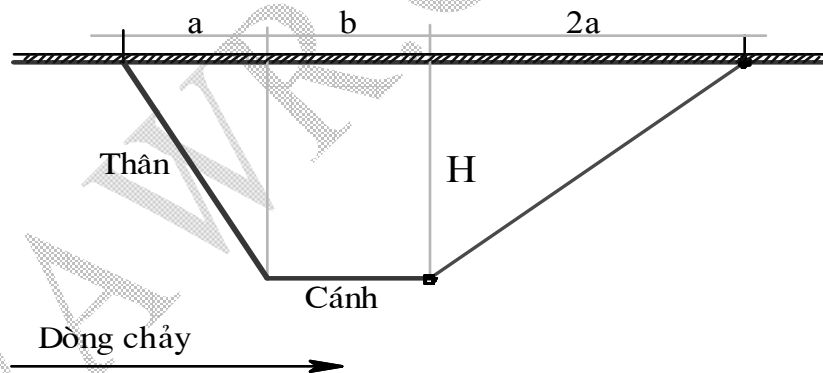
Hình dạng các khối bồi lắng phát triển hoàn thiện do công trình ĐCHL tạo ra có thể quan sát qua hình ảnh trong Google như trong hình 4.



Hình 4. Mặt bằng từng công trình đào chiều hoàn lưu qua ảnh Google 2008

Xuất phát từ số liệu đo đạc bình đồ và các hình trên ta thấy, các khối bồi lắng sau công trình ĐCHL có dạng hình thang lệch trên mặt bằng (hình 5), [1].

- Đỉnh hình thang có chiều dài bằng chiều dài cánh công trình, ký hiệu là b ;
- Đáy hình thang là đoạn đường bờ dài bằng $(a + b + 2a)$, với a là hình chiếu của đoạn thân công trình trên đường bờ;
- Chiều cao hình thang H là khoảng cách từ bờ đến cánh công trình.



Hình 5. Sơ đồ tính diện tích khối bồi lắng sau công trình đào chiều hoàn lưu

Từ các số liệu khảo sát thực địa, số liệu đo đạc bình đồ năm 2008 có thể khẳng định khối bồi lắng sau khi phát triển ổn định có cao trình đỉnh trung bình cao hơn cao trình đáy tám hướng dòng từ 0,8÷1,2m. Khi có cao trình đỉnh khối bồi, chiều dày khối bồi có thể tính từ địa hình trước khi xây dựng công trình hoặc trên hình vẽ mặt cắt ngang. Từ suy luận như vậy, ta có thể tính toán thể tích khối bồi lắng cho các công trình như sau:

$$A = \frac{b + (a + b + 2a)}{2} \cdot H = H/2 (2b + 3a). \quad (1)$$

$$V = A \times T_{tb}. \quad (2)$$

Trong đó:

- A: diện tích hình thang lệch
- V: thể tích khối bồi lắng sau công trình ĐCHL
- T_{tb} : chiều dày trung bình khối bồi lắng sau công trình ĐCHL

Với các số liệu thực tế đo đạc từ công trình, tác giả đã áp dụng công thức trên để tính toán thể tích khối bồi lắng sau mỗi công trình. Kết quả tính toán được thể hiện trong bảng 6.

Bảng 6: Tính toán thể tích hình học khối bồi lắng sau công trình ĐCHL

TT	Công trình	Tính diện tích Hình thang (m)	Diện tích hình bao khối bồi A(m ²)	Độ dày trung bình khối bồi T_{tb} (m)	Thể tích khối bồi tính toán V (m ³)
1	H ₂	(18+75)/2 x16	744	3,34	2485
2	H ₃	(18+78)/2x18	864	3,56	3076
3	H ₄	(23+59)/2x16	656	2,88	1889
4	H ₅	(27+66)/2x18	783	3,17	2482

Với kết quả tính toán từ Bảng 4 và Bảng 6 cho thấy: kết quả tính toán theo (1) và (2), xấp xỉ với kết quả tính chập bình đồ từ MIKE 21FM. Vấn đề là cần thời gian bao nhiêu để hoàn thành khối lượng đó. Vấn đề này tác giả sẽ đề cập trong bài báo tiếp theo.

IV. KẾT LUẬN

Thông qua phân tích số liệu thực đo và số liệu điều tra tại công trình ĐCHL sông Dinh, khu vực thành phố Phan Rang-Tháp Chàm. Tác giả đề xuất công thức kinh nghiệm phục vụ tính toán, dự báo hiệu quả gây bồi phía sau công trình chính trị sông.

Từ các công thức trên cho thấy:

- Để đảm bảo hiệu quả bồi lắng phía sau công trình thì khoảng cách giữa 2 công trình ĐCHL L nên nhỏ hơn $(2b+3a)$. Vì trong công trình sông Dinh, với số liệu đo đạc cho thấy khối bồi lắng không liên tục giữa H₂ và H₃.
- Công thức (1) được sử dụng để tính toán dự báo khối lượng bồi lớn nhất của 1 công trình đào chiều hoàn lưu.

Mặc dù công thức được xây dựng dựa trên một công trình cụ thể, nhưng tính hợp lý của công thức đã được kiểm chứng qua hiệu quả gây bồi phía sau các công trình ĐCHL V₃, V₄, V₅ tại tiểu dự án chính trị sông Quảng Huế [7].

Phạm vi áp dụng công thức: i) cho các dòng sông mà dòng chảy mang nhiều bùn cát; ii) Chiều sâu dòng chảy $H \leq 10m$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Đăng Giáp (2012), “*Nghiên cứu tính toán diễn biến lòng sông dưới tác dụng của công trình chỉnh trị*”. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Đăng Giáp (2007), “*Ứng dụng kết cấu đảo chiều hoàn lưu trong bảo vệ bờ sông Dinh, tỉnh Ninh Thuận*”. Đặc san KHCVN Viện Khoa học thủy lợi.
- [3]. Lương Phương Hậu và nnk (2010), “*Nghiên cứu các giải pháp KHCVN cho hệ thống công trình chỉnh trị sông trên các đoạn trọng điểm vùng đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ*”. Báo cáo tổng hợp đề tài KHCVN trọng điểm cấp Nhà nước KC.08.14/06-10.
- [4]. Lương Phương Hậu, Lê Ngọc Bích, Đinh Công Sản (1998), *Nghiên cứu chỉnh trị sông Dinh, đoạn thị xã Phan Rang*. Tuyển tập Kết quả KHCVN phòng chống thiên tai, chỉnh trị sông, bảo vệ bờ biển, Nhà xuất bản Nông Nghiệp.
- [5]. Lương Phương Hậu (2001), “*Nghiên cứu tạo kết cấu hoàn lưu trong công trình bảo vệ bờ sông*”. Tạp chí Tài Nguyên Nước.
- [6]. Lương Phương Hậu, Trần Đình Hội (2004), “*Động lực học dòng sông và Chỉnh trị sông*”. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- [7]. Nguyễn Phương Mậu (2009), “*Tiểu dự án thử nghiệm nghiên cứu chỉnh trị sông Quảng Huế, tỉnh Quảng Nam*. Bộ Nông nghiệp và PTNT.

Người phản biện: PGS.TS Nguyễn Ngọc Quỳnh